

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA MUNTE KECAMATAN LIKUPANG BARAT KABUPATEN MINAHASA UTARA

Andronikus Pebakirang

Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: andronikuspebakirang@gmail.com

ABSTRAK

Suplai air bersih untuk penduduk Desa Munte saat ini tidak mencukupi. Agar dapat memperoleh air untuk kebutuhan sehari-hari, masyarakat membuat sumur-sumur pribadi. Di sekitar daerah ini terdapat sumber air yang memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih.

Debit andalan 90% sungai di Desa Munte dianalisis dengan metode NRECA diperoleh sebesar 4,491 liter/detik yang merupakan debit andalan 90% bulanan terendah dalam 7 tahun. Pertumbuhan penduduk untuk desa ini diproyeksi dengan analisis regresi polinomial dan analisis kebutuhan air memiliki jumlah penduduk pada akhir tahun rencana 2939 jiwa dengan kebutuhan air sebesar 2,1564 liter/detik. Tahun rencana pada sistem penyediaan air selama 10 tahun dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2024.

Dalam penelitian ini dipakai tipe pengambilan langsung (free intake). Distribusi air bersih ke lokasi pelayanan menggunakan sistem gravitasi dengan sistem pengolahan air sederhana dengan reservoir berukuran 4m x 4m x 3,35m untuk menampung air. Desain sistem penyediaan air bersih menggunakan software EPANET 2.0 untuk dimensi pipa.

Kata kunci : *Debit andalan, Sistem penyediaan air, Suplai.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk di suatu desa dan perkembangan pembangunan di segala bidang akan mengakibatkan kebutuhan air semakin meningkat. Air merupakan hal yang pokok bagi konsumsi umat manusia, tanaman, dan berbagai kebutuhan lainnya. Kondisi yang diinginkan oleh tiap orang adalah tersedianya air bersih sepanjang waktu dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang memadai. Air tersebar tidak merata di atas bumi, sehingga ketersediaannya di suatu tempat akan bervariasi mengikuti waktu. Oleh karena itu diperlukan upaya-upaya untuk meningkatkan ketersediaan air bersih yang akan berguna bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Desa Munte, merupakan di suatu desa dengan luas wilayah 625 Ha yang terletak di Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara yang berada di pesisir pantai. Desa ini dihuni oleh penduduk dengan jumlah jiwa 1540 pada tahun 2014, yang sebagian besar berprofesi sebagian nelayan dan petani. Terdapat sarana umum yang terdiri dari 5 bangunan Gereja dan 1 bangunan Masjid. Di desa ini juga terdapat

sarana pendidikan dan sarana kesehatan seperti poliklinik dan puskesmas.

Berdasarkan survey yang telah dilakukan serta situasi dan kondisi yang ada, maka kebutuhan air bersih di Desa Munte cukup besar. Karena kurangnya penyediaan air bersih di desa ini, maka warga memanfaatkan air yang diperoleh dari sumur-sumur galian untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, hal itu dikarenakan sistem jaringan yang sudah dibangun sebelumnya sudah rusak dan tak memadai lagi. Di sekitar desa terdapat sungai yang belum difungsikan untuk penyediaan air bersih.

Dengan kondisi seperti di atas, ketersediaan air bersih di Desa Munte tidak dapat memenuhi kebutuhan penduduk akan air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan penduduk di Desa Munte maka dibutuhkan perencanaan sistem penyediaan air bersih.

Rumusan Masalah

Ketersediaan air bersih di desa Munte saat ini, tidak dapat memenuhi kebutuhan penduduk akan air bersih. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan adanya sistem penyediaan air bersih di Desa Munte.

Pembatasan Masalah

Pada perencanaan sistem penyediaan air bersih ini dibatasi pada:

1. Jaringa pipa yang direncanakan hanya dari sumber sampai hidran umum/kran umum.
2. Analisis sistem pengolahan air tidak diperhitungkan.
3. Analisis detail struktur tidak diperhitungkan.
4. Menghitung kebutuhan air bersih sampai tahun 2024 (10 tahun kedepan dari 2014)

Tujuan Penulisan

Untuk mendapatkan desain sistem penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Munte.

Manfaat Penulisan

Diharapkan penelitian ini dapat memberi informasi dan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk sistem jaringan air bersih agar dapat memenuhi kebutuhan penduduk di Desa Munte.

LANDASAN TEORI

Kebutuhan Air

Kebutuhan air yang dimaksud adalah kebutuhan air yang digunakan untuk menunjang segala kegiatan manusia, meliputi air bersih domestik dan non domestik.

Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Model analisa yang dilakukan:

1. Analisa regresi linear
2. Analisa regresi eksponensial
3. Analisa regresi logaritma
4. Analisa regresi polinomial

Kebutuhan Air Bersih Domestik dan Non Domestik

1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti : untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet). Kebutuhan air domestik sangat dipengaruhi oleh ketersediaan, budaya, dan iklim setempat.

2. Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan air bersih untuk kegiatan perkantoran dan tempat pendidikan atau sekolah, untuk kegiatan hotel, pasar, pertokoan, restoran, dan sebagainya. Sedangkan kebutuhan air bersih untuk industri biasanya digunakan untuk air pada

boiler untuk pemanas, bahan baku proses industri, juga kebutuhan air bersih untuk kegiatan tempat-tempat ibadah, rekreasi, terminal.

Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan banyaknya air yang hilang. Hilang yang diperlukan bagi penjagaan tujuan penyediaan air bersih, yaitu tercukupinya kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya dan yang disebabkan aktivitas penggunaan dan pengolahan air. Kehilangan ini ditentukan dengan mengalikan faktor tertentu (15-20%) dengan angka total produksi air.

Tabel 1 Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No	Uraian	Kriteria
1.	Hidran Umum (HU)	30 l/orang/hari
2.	Sambungan Rumah (SR)	90 l/orang/hari
3.	Lingkup Pelayanan	60 - 100 %
4.	Perbandingan HU:SR	20:80 – 50:50
5.	Kebutuhan Non-Domestik	5 %
6.	Kehilangan air akibat kebocoran	15 %
7.	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 x Qr
8.	Pelayanan HU	100 orang / unit
9.	Pelayanan SR	10 orang / unit
10.	Jam operasi	12 jam/hari
11.	Aliran maksimum HU	3000 l/hari
12.	Aliran maksimum SR	900 l/hari
13.	Periode perencanaan	10 tahun

Sumber : Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990

Sistem Distribusi

Sistem distribusi air bersih adalah pen-distribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) kedaerah pelayanan (konsumen).

Kehilangan Energi

Besarnya kehilangan energi akibat gesekan pada pipa dapat ditentukan sebagai berikut:

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,8704}} \times L$$

dimana:

- D = Diameter pipa (m)
 L = Panjang pipa (m)
 C_{HW} = Koefisien Hazen – Williams
 Q = Debit (m³/det)

Software Epanet 2.0

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir. EPANET menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

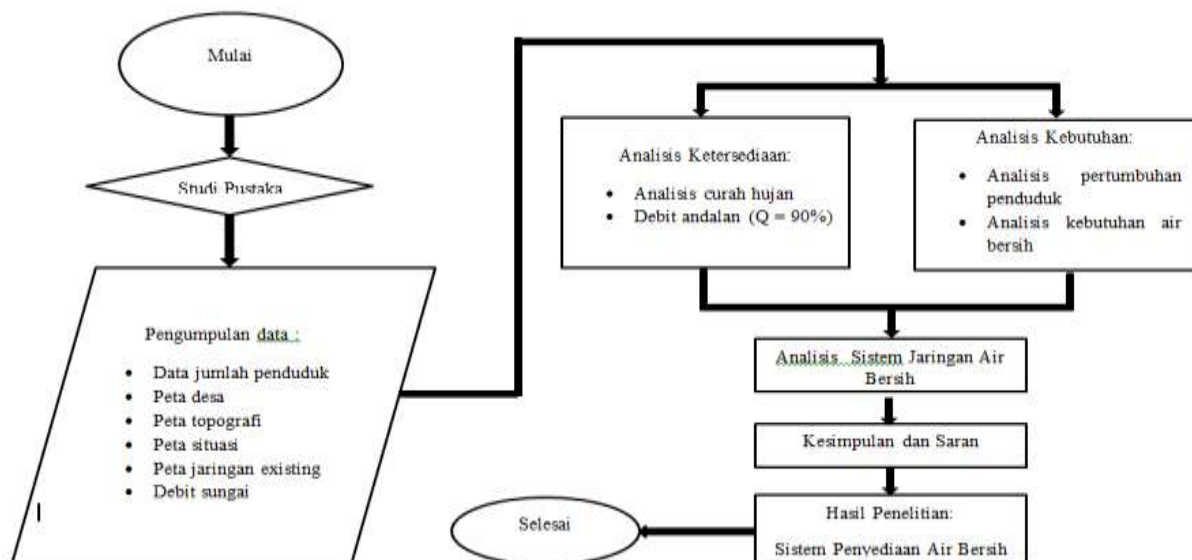
METODOLOGI PENELITIAN

Langkah Awal Penelitian

Penelitian dilakukan di DAS yang terletak didekat desa Munte. Sebagai langkah awal diadakan survei lokasi untuk mengetahui keadaan alam, air dan masyarakatnya. Kunjungan dan wawancara dengan pihak desa dilakukan untuk bisa mengetahui keadaan DAS ini. Untuk data-data lainnya akan di ambil pada instansi-instansi terkait yang berlokasi di kota Manado

Bagan Alir

Urutan pelaksanaan penelitian diperlihatkan pada bagan alir (Gambar 1).



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Lokasi Penelitian

Daerah yang menjadi tempat penelitian adalah Desa Munte Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. Luas Desa Munte 625 Ha dengan jumlah penduduk saat ini adalah sekitar 1540 jiwa. (Gambar 2)

Kependudukan dan Sarana Umum

Data jumlah penduduk Desa Munte dapat dilihat dalam Tabel 2 Desa ini terdapat sarana umum yang terdiri dari beberapa bangunan untuk peribadatan, sarana pendidikan dan sarana kesehatan seperti poliklinik dan puskesmas. Desa Munte merupakan desa pesisir dan sebagian besar berprofesi sebagai nelayan

Tabel 2 Data Jumlah Penduduk Desa Munte Tahun 2005-2014

Tahun	Jumlah Penduduk
2005	1292
2006	1298
2007	1300
2008	1313
2009	1328
2010	1305
2011	1426
2012	1468
2013	1503
2014	1540

Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth

Kondisi Existing Jaringan Air Bersih

Berdasarkan survei yang telah dilakukan di Desa Munte sudah pernah ada jaringan air bersih, akan tetapi jaringan tersebut sudah rusak dan tak layak digunakan lagi.

Kondisi Sumber Air

Di Desa Munte ada beberapa sumur galian yang dimanfaatkan penduduk sekitar akan tetapi jika musim panas datang kondisi sumur-sumur galian menjadi kering sehingga masyarakat tidak lagi memperoleh air dari sumur tersebut. Disekitar Desa Munte terdapat sungai yang dapat difungsikan untuk dapat memenuhi kebutuhan air penduduk.

Ketersediaan Data

Data yang digunakan adalah :

1. Data curah hujan bulanan dari Stasiun Pinenek, Stasiun Maen, dan Stasiun Talawaan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

2. Peta topografi dengan skala 1 : 50.000

3. Data klimatologi Stasiun Maen

4. Data jumlah penduduk Desa Munte dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan bulanan dari stasiun Maen. Dengan lama pengamatan 10 tahun, data tersebut disajikan dalam bentuk tabel berikut ini:

Analisis Data Klimatologi

Data klimatologi yang dapat penulis peroleh yaitu, udara relatif (RH), kecepatan angin yang diukur pada ketinggian 2 meter diatas permukaan tanah (U_2), dan suhu udara (T). Data klimatologi dapat dilihat pada tabel 4 sampai tabel 7.

Tabel 3. Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Maen Tahun 2008-2014

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2008	316.961919	264.549231	229.705212	185	75	38	37	85.6200581	93	126.5	181	229.5
2009	266	210	232	120	40	18	40	26	118	137.6	159.7	231.8
2010	282.5	34.6	34.1	134	172.5	99.5	62.515781	68	130	189	241.5	323.5
2011	303.5	325.3	356.5	135.5	178.5	106.7	85.5844888	108.5	124	147	176.2	393
2012	323.6	256.5	250.9	168.5	208	120.9	127.5	90.5	129	181.5	244	366.5
2013	488.5	447.5	208	211.5	156	48	216.1	137.5	153.5	160.5	322	225
2014	508.3	461.6	513.1	407.5	362.3	289	295.6	167.9	293.1	311.6	358.5	472.1
Jumlah	2489.36192	2000.04923	1824.30521	1362	1192.3	720.1	864.30027	684.020058	1040.6	1253.7	1682.9	2241.4
Rata-rata	355.6	285.7	260.6	194.6	170.3	102.9	123.5	97.7	148.7	179.1	240.4	320.2

Sumber : Balai Wilayah Sungai Sulut 1

Tabel 4. Kelembaban Udara Relatif

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2008	-	-	-	87.87	88.6	88.47	86.45	-	86.6	86.29	83.83	88
2009	84.7	85.5	80.8	81.8	83.7	77.33	81	82.1	78.7	79.8	82.6	85.9
2010	87.19	87.5	86.16	85.1	83.39	85.87	85.77	81.45	84.7	83.97	82.08	85.55
2011	83.65	87.82	86.3	85.57	83.71	81.5	82.06	78.87	83.33	82.84	82.97	85.35
2012	85.13	85.08	89.16	84.47	85.45	81.1	83.52	80.32	79.8	80.9	86.1	87.29
2013	87.1	89.11	85.97	85.7	84.29	80.5	84.29	80.74	79.83	83.9	84.3	86.52
2014	85.55	86.99	85.68	85.09	84.86	82.46	83.85	80.70	82.16	82.95	83.64	86.44
Jumlah	513.32	521.95	514.07	595.60	594.00	577.23	586.94	484.18	575.12	580.65	585.47	605.05
Rata-rata	85.6	87.0	85.7	85.1	84.9	82.5	83.8	80.7	82.2	83.0	83.6	86.4
Max	87.19	89.11	89.16	87.87	88.6	88.47	86.45	82.1	86.6	86.29	86.1	88
Min	83.65	85.08	80.8	81.8	83.39	77.33	81	78.87	78.7	79.8	82.08	85.35

Sumber : Balai Wilayah Sungai Sulut 1

Tabel 5. Kecepatan Angin

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2008	-	-	-	29.99	34.1	35.27	34.77	-	31.55	37.63	33.8	32.67
2009	33.04	33.44	26.97	31.63	38.81	42.59	36.21	42.87	-	38.3	48.29	33.67
2010	31.42	34.31	35.42	31.84	23.13	32.58	23.56	31.2	30.78	23.63	21.45	23.52
2011	30.1	30.94	28.49	31.34	28.83	34.77	58.91	75.09	46.53	47.52	32.07	35.44
2012	31.08	32.78	33.87	26.22	32.95	39.23	49.45	43	38.95	33.69	37.6	38.54
2013	38.55	38.72	44.93	36.03	31.74	30.73	33.3	53.85	53.18	38.14	32.39	31.72
2014	32.84	34.04	33.94	31.18	31.99	35.86	39.37	49.20	40.20	36.49	34.27	32.59
Jumlah	197.028	204.228	203.616	218.225	221.153333	251.031667	275.566667	295.212	241.188	255.395	239.866667	228.153333
Rata-rata	32.8	34.0	33.9	31.2	31.6	35.9	39.4	49.2	40.2	36.5	34.3	32.6
Max	38.55	38.72	44.93	36.03	38.81	42.59	58.91	75.09	53.18	47.52	48.29	38.54
Min	30.1	30.94	26.97	26.22	23.13	30.73	23.56	31.2	30.78	23.63	21.45	23.52

Sumber : Balai Wilayah Sungai Sulut 1

Tabel 6. Suhu Udara

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2008	-	-	-	24.2	24.7	25.87	27.23	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	27.6	27.33	27.77	27.6	27.95	28.09	28.35	27.6	28.1	28.6	28.3	28
2011	27.6	27.18	27.49	27.7	27.86	26.91	27.41	27.58	27.57	27.44	27.53	27.5
2012	27.18	27.11	27.12	27.47	27.97	27.32	27.1	27.62	27.33	27.79	27.51	27.35
2013	27.23	26.9	27.76	27.69	27.78	28.21	27.19	27.25	27.48	27.65	27.34	27.47
2014	27.40	27.13	27.54	26.99	27.13	27.27	27.46	27.51	27.62	27.87	27.67	27.58
Jumlah	137.0125	135.65	137.675	161.592	162.792	163.608	164.736	137.5625	138.1	139.35	138.35	137.9
Rata-rata	27.4	27.1	27.5	26.9	27.1	27.3	27.5	27.6	27.6	27.9	27.7	27.6
Max	27.6	27.33	27.77	27.7	27.95	28.21	28.35	27.62	28.1	28.6	28.3	28
Min	27.18	26.9	27.12	24.2	24.7	25.87	27.1	27.25	27.33	27.44	27.34	27.35

Sumber : Balai Wilayah Sungai Sulut 1

Tabel 7. Evapotranspirasi

Bulan	Suhu Rata-rata (°C)	i	a	ETP* (t < 26.5 °C)	ETP** (t ≥ 26.5 °C)	F	ETP	ETP (terkoreksi)
Januari	27.40	13.14	0.72	14.09	14.30	1.04	14.30	14.86969185
Februari	27.13	12.94	0.71	14.00	14.06	0.94	14.06	13.21881978
Maret	27.54	13.24	0.72	14.13	14.41	1.04	14.41	14.9862164
April	26.93	12.80	0.71	13.94	13.89	1.01	13.89	14.02651456
Mei	27.13	12.94	0.71	14.00	14.06	1.04	14.06	14.6268969
Juni	27.27	13.04	0.71	14.04	14.18	1.02	14.18	14.46614145
Juli	27.46	13.18	0.72	14.10	14.34	1.05	14.34	15.06036375
Agustus	27.51	13.22	0.72	14.12	14.39	1.04	14.39	14.96654066
September	27.62	13.30	0.72	14.15	14.48	1.01	14.48	14.62570847
Oktober	27.87	13.48	0.72	14.23	14.69	1.04	14.69	15.27377304
November	27.67	13.33	0.72	14.17	14.52	1.01	14.52	14.6676408
Desember	27.58	13.27	0.72	14.14	14.45	1.04	14.45	15.02543108
		157.88						

Perhitungan Evapotranspirasi

Metode yang akan digunakan dalam perhitungan evapotranspirasi pada pembahasan ini menggunakan metode Thornthwaite.

Perhitungan Debit dengan Metode Nreca

Debit hitungan dengan metode Nreca. Perhitungan awal dilakukan pada tahun 2014 kemudian dilakukan kalibrasi (Grafik 1). Dalam proses kalibrasi tersebut memerlukan data debit pengamatan sungai terdekat sebesar 0,025 m³/detik untuk bulan Agustus 2014.

Perhitungan Debit Andalan

Perhitungan debit andalan (Q90%) dilakukan dengan mengurutkan debit dari urutan terbesar sampai terkecil selanjutnya dicari nilai probabilitas 90%. Dari hasil pengurutan nilai debit, dilakukan interpolasi agar debit dengan nilai probabilitas 90% dapat diperoleh. Dan debit andalan 90% bulanan dapat dilihat pada tabel 8 grafik 2.

Dari hasil analisis diambil debit andalan 90% terkecil sebesar = 0.004491 m³/detik = 4.491 liter/detik.

Tabel 8 Debit Andalan 90% Bulanan

Bulan	Debit (m ³ /s)	Debit(l/s)
Jan	0.013536323	13.5363
Feb	0.012341265	12.3413
Mar	0.00990944	9.9094
Apr	0.011371642	11.3716
May	0.010067883	10.0679
Jun	0.007541618	7.5416
Jul	0.005389398	5.3894
Aug	0.004489497	4.4895
Sep	0.006318638	6.3186
Oct	0.007450929	7.4509
Nov	0.010033802	10.0338
Dec	0.013627084	13.6271

Sumber: Hasil Perhitungan

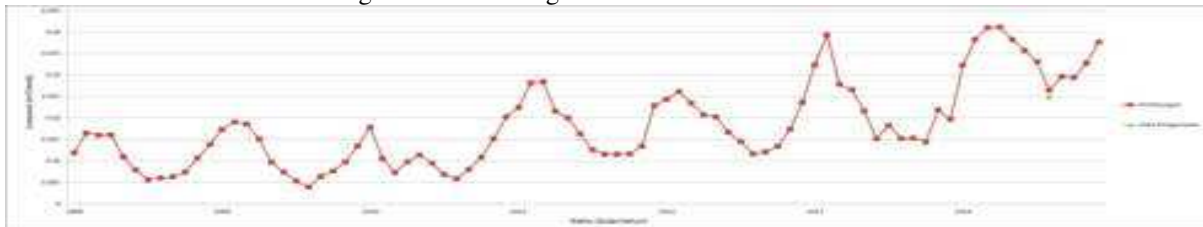
Analisis Kebutuhan Air

Besarnya kebutuhan air di suatu daerah sangat tergantung pada tingkat pertumbuhan penduduk dan perilaku masyarakat akan air. Berdasarkan hasil rekapitulasi analisa regresi, dipilih analisa regresi polinomial yang nilai korelasi dan determinasinya paling besar yaitu 0.9415, dan kemudian digunakan rumus:

$$y = 4.0795x^2 - 15.645x + 1306.3$$

dalam perhitungan proyeksi penduduk.

Grafik 1 Kalibrasi Hasil Perhitungan dan Data Pengamatan



Grafik 2 Debit Andalan 90% Bulanan



Tabel 9 Rekapitulasi Analisa Regresi

Analisa Regresi	Koefisien Korelasi (R)	Koefisien Determinasi (R ²)	y
Linear	0.914931691	0.8371	29.23x + 1216.5
Logarithmic	0.777688884	0.6048	102.62ln(x) + 1222.3
Polynomial	0.970309229	0.9415	4.0795x² - 15.645x + 1306.3
Exponential	0.916515139	0.84	1225.24e ^{0.02x}

Tabel 10 Data Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Munte

Tahun	x	y	Proyeksi Jumlah Penduduk
2015	11	1799.9195	1800
2016	12	1893.748	1894
2017	13	1995.7355	1996
2018	14	2105.882	2106
2019	15	2224.1875	2225
2020	16	2350.652	2351
2021	17	2485.2755	2486
2022	18	2628.058	2629
2023	19	2778.9995	2779
2024	20	2938.1	2939

Tabel 11 Kebutuhan Air Domestik Desa Munte

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Penduduk	
	(Jiwa)	Liter/Hari	Liter/Detik
2015	1800	54000	0.6250
2016	1894	56820	0.6576
2017	1996	59880	0.6931
2018	2106	63180	0.7313
2019	2225	66750	0.7726
2020	2351	70530	0.8163
2021	2486	74580	0.8632
2022	2629	78870	0.9128
2023	2779	83370	0.9649
2024	2939	88170	1.0205

Tabel 12 Kebutuhan Air Non Domestik Desa Munte

Tahun	Jumlah Penduduk	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn = Qd x 0.05)	
	(Jiwa)	Liter/Hari	Liter/Detik	Liter/Hari	Liter/Detik
2015	1800	54000	0.6250	2700	0.0313
2016	1894	56820	0.6576	2841	0.0329
2017	1996	59880	0.6931	2994	0.0347
2018	2106	63180	0.7313	3159	0.0366
2019	2225	66750	0.7726	3337.5	0.0386
2020	2351	70530	0.8163	3526.5	0.0408
2021	2486	74580	0.8632	3729	0.0432
2022	2629	78870	0.9128	3943.5	0.0456
2023	2779	83370	0.9649	4168.5	0.0482
2024	2939	88170	1.0205	4408.5	0.0510

Analisa Kebutuhan Air Domestik

Berdasarkan pedoman teknik air bersih IKK pedesaan, 1990 mengenai kriteria perencanaan sistem air bersih pedesaan untuk hidran umum maka analisis kebutuhan air domestik digunakan 30 liter/orang/hari (Tabel 11).

Analisa Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan untuk fasilitas pelayanan umum, seperti kantor, sekolah, rumah sakit atau puskesmas, tempat ibadah, terminal, dan lain-lain. Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan untuk kebutuhan non-domestik angka persentase yang dipakai adalah

sebesar 5%. Berikut ini adalah tabel yang menyajikan perhitungan-perhitungan kebutuhan non-domestik (Tabel 12).

Analisa Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan kebocoran/kehilangan air yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik (Tabel 13).

Tabel 13 Kehilangan Air Desa Munte

Tahun	Air Domestik	Air Non Domestik	Kehilangan Air	
	Liter/Hari	Liter/Hari	Liter/Hari	Liter/Detik
2015	54000	2700	8505	0.0984375
2016	56820	2841	8949.15	0.1035781
2017	59880	2994	9431.1	0.1091563
2018	63180	3159	9950.85	0.1151719
2019	66750	3337.5	10513.125	0.1216797
2020	70530	3526.5	11108.475	0.1285703
2021	74580	3729	11746.35	0.1359531
2022	78870	3943.5	12422.025	0.1437734
2023	83370	4168.5	13130.775	0.1519766
2024	88170	4408.5	13886.775	0.1607266

Tabel 14 Kebutuhan Air Total Desa Munte

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Domestik	Kebutuhan Air Non Domestik	Kehilangan Air	Kebutuhan Air Total	
	Jiwa	Liter/ Hari	Liter/Hari	Liter/Hari	Liter/Hari	Liter/Detik
2015	1800	54000	2700	8505	65205	0.7547
2016	1894	56820	2841	8949.15	68610	0.7941
2017	1996	59880	2994	9431.1	72305	0.8369
2018	2106	63180	3159	9950.85	76290	0.8830
2019	2225	66750	3337.5	10513.125	80601	0.9329
2020	2351	70530	3526.5	11108.475	85165	0.9857
2021	2486	74580	3729	11746.35	90055	1.0423
2022	2629	78870	3943.5	12422.025	95236	1.1023
2023	2779	83370	4168.5	13130.775	100669	1.1652
2024	2939	88170	4408.5	13886.775	106465	1.2322

Tabel 15 Analisis Kebutuhan Air dan Jam Puncak Desa Munte

Tahun	Kebutuhan Total (l/s)	Kebutuhan Harian Max (l/s)	Kebutuhan Jam Puncak (l/s)
2015	0.7547	0.9434	1.3207
2016	0.7941	0.9926	1.3897
2017	0.8369	1.0461	1.4645
2018	0.8830	1.1037	1.5452
2019	0.9329	1.1661	1.6325
2020	0.9857	1.2321	1.7250
2021	1.0423	1.3029	1.8240
2022	1.1023	1.3778	1.9290
2023	1.1652	1.4564	2.0390
2024	1.2322	1.5403	2.1564

Tabel 16 Proyeksi Kebutuhan dan Ketersediaan Air Desa Munte

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Bersih (l/s)	Ketersediaan Air Bersih (l/s)
2015	1800	1.3207	4.4895
2016	1894	1.3897	4.4895
2017	1996	1.4645	4.4895
2018	2106	1.5452	4.4895
2019	2225	1.6325	4.4895
2020	2351	1.7250	4.4895
2021	2486	1.8240	4.4895
2022	2629	1.9290	4.4895
2023	2779	2.0390	4.4895
2024	2939	2.1564	4.4895

Analisa Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

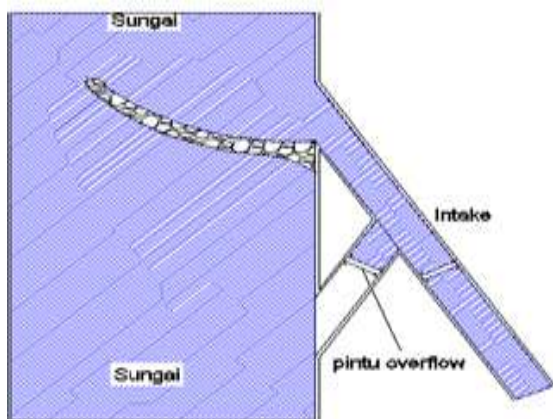
Dari hasil analisis tersebut diperoleh kebutuhan air total Desa Munte pada tahun 2024 sebesar 1.2322 liter/detik (Tabel 14).

Analisis Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Dari hasil analisis kebutuhan air (Tabel 15), maka diperoleh proyeksi kebutuhan air bersih Desa Munte (Tabel 16).

Analisis Sistem Penyediaan Air Bersih Desain Unit Pengambilan

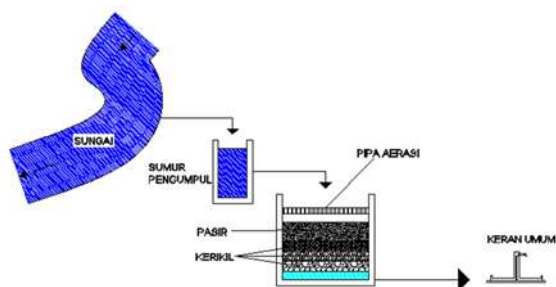
Untuk unit pengambilan dalam sistem penyediaan air bersih, direncanakan pengambilan langsung (*free intake*).



Gambar 3. *Free Intake*

Desain Unit Pengolahan

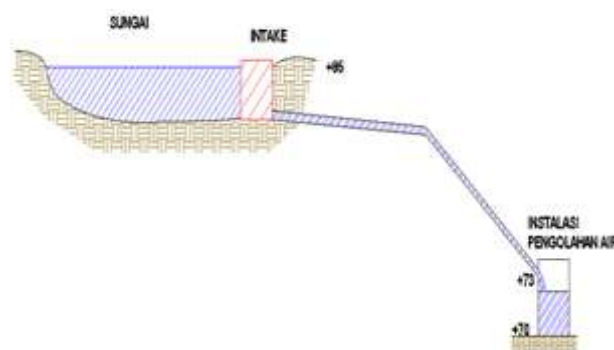
Karena Bersumber dari sungai maka diperlukan unit pengolahan air agar memenuhi kriteria dan standar kualitas air. Dalam skripsi ini instalasi pengolahan air tidak direncanakan, namun sebagai gambaran, berikut ini ditampilkan sketsa sistem pengolahan air sederhana (SIPAS) berupa saringan pasir lambat (SPL).



Gambar 4. SIPAS Saringan Pasir Lambat

Desain Unit Penyaluran

Untuk dapat menyalurkan air dari sungai ke IPA digunakan pipa HDPE dengan diameter 2 inch (50.8 mm), dihitung dengan persamaan Hazen-Williams.



Gambar 5. Sketsa Elevasi Sungai dan IPA

Desain Reservoir Distribusi

Reservoir distribusi dibuat karena kebutuhan air jam puncak lebih besar dari pada suplai air. Reservoir distribusi ini difungsikan untuk menampung air disaat pemakaian lebih sedikit dari suplai dan untuk menutupi kekurangan air disaat pemakaian lebih besar dari suplai

Analisis suplai dan kebutuhan dapat dilihat dalam Tabel 17.

Debit kebutuhan air = 2.1564 liter/detik
= 186.3142 m³/hari

Tabel 17 Analisis Suplai dan Kebutuhan

Jam	Suplai Air (m ³ /jam)	Pemakaian Air (m ³ /jam)	Volume Air Dalam Reservoir (m ³)
0:00 - 1:00	7.76309297	2.330870283	X + 5.432223
1:00 - 2:00	7.76309297	2.874740015	X + 10.32058
2:00 - 3:00	7.76309297	3.496305424	X + 14.58736
3:00 - 4:00	7.76309297	4.972523269	X + 17.37793
4:00 - 5:00	7.76309297	8.93500275	X + 16.20602
5:00 - 6:00	7.76309297	10.87739465	X + 13.09172
6:00 - 7:00	7.76309297	11.88743844	X + 8.967376
7:00 - 8:00	7.76309297	12.12052547	X + 4.609943
8:00 - 9:00	7.76309297	10.95509033	X + 1.417946
9:00 - 10:00	7.76309297	10.7220033	X + -1.54096
10:00 - 11:00	7.76309297	9.867350863	X + -3.64522
11:00 - 12:00	7.76309297	9.32348113	X + -5.20561
12:00 - 13:00	7.76309297	8.857307074	X + -6.29982
13:00 - 14:00	7.76309297	9.090394102	X + -7.62713
14:00 - 15:00	7.76309297	9.168089778	X + -9.03212
15:00 - 16:00	7.76309297	9.478872482	X + -10.7479
16:00 - 17:00	7.76309297	10.17813357	X + -13.1629
17:00 - 18:00	7.76309297	10.7220033	X + -16.1219
18:00 - 19:00	7.76309297	9.711959511	X + -18.0707
19:00 - 20:00	7.76309297	7.614176256	X + -17.9218
20:00 - 21:00	7.76309297	4.817131917	X + -14.9758
21:00 - 22:00	7.76309297	3.496305424	X + -10.7091
22:00 - 23:00	7.76309297	2.874740015	X + -5.8207
23:00 - 0:00	7.76309297	1.942391902	X + -2.4E-15
		186.3142313	X

Perhitungan kapasitas berguna :

- Volume minimal = $x - 18.0707$
Volume bak kosong = $x - 18.0707$
 $x = 18.0707$

Volume maksimum bak = $x + 17.3779$

Kapasitas berguna bak = $18.0707 + 17.3779$
 $= 35.4487 \text{ m}^3$

- Dimensi kapasitas berguna ditetapkan sebagai berikut:

Panjang = 4 m

Lebar = 4 m

Tinggi = 2.25 m

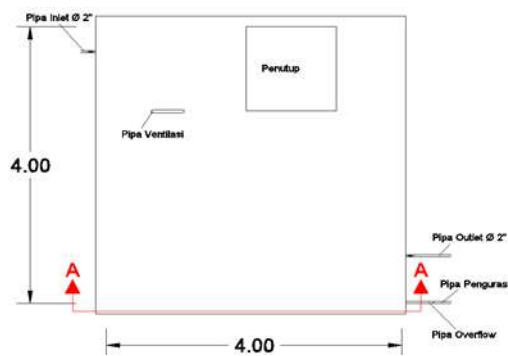
Tinggi ruang udara = 1 m

Tinggi kapasitas mati = 0.1 m

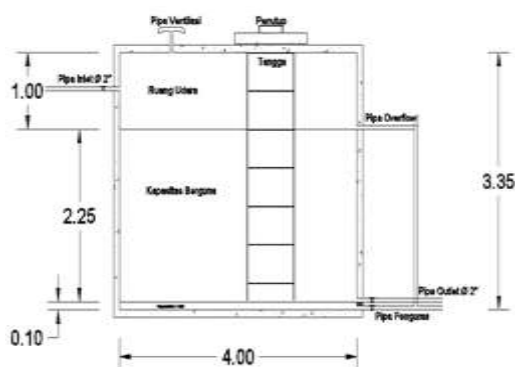
Dimensi berguna bak = Panjang x Lebar x Tinggi
 $= 36 \text{ m}^3$

Dimensi bak = $(4 \times 4 \times 3.35) \text{ m}$
 $= 53.6 \text{ m}^3$

Ukuran reservoir distribusi adalah $4 \times 4 \times 3.35$ dengan volume 53.6 m^3



Gambar 6. Tampak Atas Reservoir (4 x 4 x 3.35)

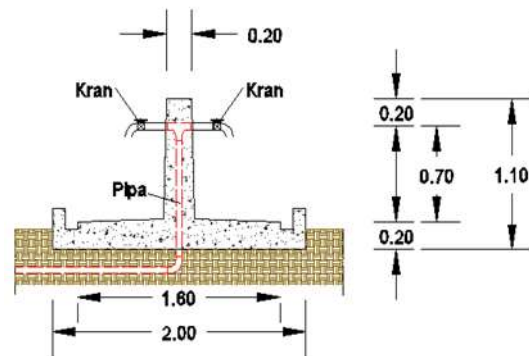


Gambar 7. Reservoir Distribusi (4 x 4 x 3.35)

Desain Hidrolis Kran Umum

Karena direncanakan menggunakan kran umum maka harus ada desain hidrolis untuk kran umum. Gambar desain kran umum dapat dilihat pada gambar 8.

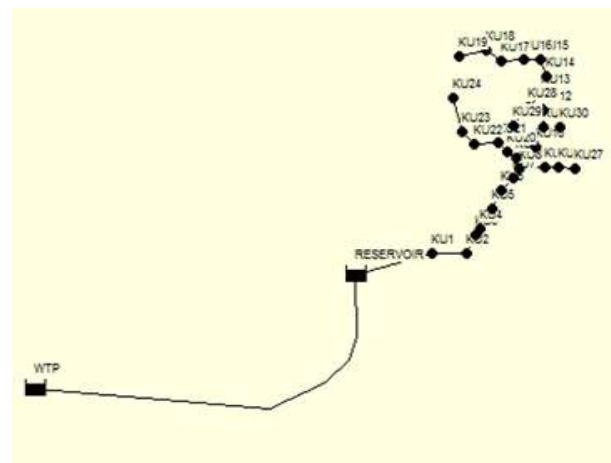
Jumlah kran umum yang akan direncanakan berdasarkan jumlah penduduk dan kriteria perencanaan sistem air bersih adalah sebanyak 30 kran umum.



Gambar 8. Kran Umum

Sistem Jaringan Menggunakan Epanet 2.0

Untuk perhitungan jaringan distribusi air bersih menggunakan *software Epanet 2.0*. Hasil analisis perhitungan sistem jaringan pipa Desa Munte adalah sebagai berikut:



Gambar 5 Hasil Perencanaan Sistem Jaringan

Tabel 18 Node Parameter Jaringan

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc KU1	40	0.0719	46.40	6.40
Junc KU2	30	0.0719	44.03	14.03
Junc KU3	25	0.0719	42.82	17.82
Junc KU4	25	0.0719	42.23	17.23
Junc KU5	15	0.0719	41.02	26.02
Junc KU6	12	0.0719	39.98	27.98
Junc KU7	9	0.0719	39.15	30.15
Junc KU8	9	0.0719	38.64	29.64
Junc KU9	9	0.0719	38.34	29.34
Junc KU10	9	0.0719	38.01	29.01
Junc KU11	9	0.0719	37.73	28.73
Junc KU12	9	0.0719	37.58	28.58
Junc KU13	8	0.0719	37.45	29.45
Junc KU14	0	0.0719	37.38	37.38
Junc KU15	8	0.0719	37.34	29.34
Junc KU16	10	0.0719	37.31	27.31

Tabel 19 Node Parameter Jaringan

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc KU17	20	0.0719	37.29	17.29
Junc KU18	30	0.0719	37.28	7.28
Junc KU19	30	0.0719	37.28	7.28
Junc KU20	10	0.0719	38.31	28.31
Junc KU21	10	0.0719	38.29	28.29
Junc KU22	20	0.0719	38.27	18.27
Junc KU23	30	0.0719	38.26	8.26
Junc KU24	30	0.0719	38.25	8.25
Junc KU25	8	0.0719	38.62	30.62
Junc KU26	7	0.0719	38.61	31.61
Junc KU27	6	0.0719	38.61	32.61
Junc KU28	9	0.0719	37.44	28.44
Junc KU29	9	0.0719	37.44	28.44
Junc KU30	9	0.0719	37.73	28.73
Reint WTP	70	0.0719	70.00	0.00
Reint RESERVOIR	50	0.0719	50.00	0.00

Tabel 20 Link Parameter Jaringan

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/m
Pipe DS12	50.00	50.0	1.30	2.99	1.53	28.30
Pipe DS23	45.328	50.0	1.30	2.01	0.99	26.52
Pipe DS34	23.816	50.0	1.30	1.94	0.96	24.78
Pipe DS45	52.218	50.0	1.30	1.87	0.92	23.12
Pipe DS56	48.134	50.0	1.30	1.80	0.89	21.58
Pipe DS67	47.293	50.0	1.30	1.73	0.85	19.83
Pipe DS78	27.75	50.0	1.30	1.65	0.82	18.42
Pipe DS89	23.201	50.0	1.30	1.37	0.67	12.93
Pipe DS910	52.588	50.0	1.30	0.93	0.46	6.48
Pipe DS1011	49.75	50.0	1.30	0.86	0.43	5.52
Pipe DS1112	38.141	50.0	1.30	0.72	0.25	3.94
Pipe DS1213	43.716	50.0	1.30	0.65	0.32	3.24
Pipe DS1314	41.442	50.0	1.30	0.43	0.21	1.53
Pipe DS1415	43.375	50.0	1.30	0.36	0.19	1.09
Pipe DS1516	41.724	50.0	1.30	0.29	0.14	0.72

Tabel 21 Link Parameter Jaringan

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/m
Pipe DS1516	41.724	50.0	1.30	0.29	0.14	0.72
Pipe DS1617	47.87	50.0	1.30	0.22	0.11	0.42
Pipe DS1718	44.24	50.0	1.30	0.14	0.07	0.26
Pipe DS1819	46.036	50.0	1.30	0.07	0.04	0.06
Pipe DS1920	29.439	50.0	1.30	0.36	0.18	1.04
Pipe DS2021	30.587	50.0	1.30	0.25	0.14	0.72
Pipe DS2122	56.083	50.0	1.30	0.22	0.11	0.42
Pipe DS2223	38.23	50.0	1.30	0.14	0.07	0.26
Pipe DS2324	87.411	50.0	1.30	0.07	0.04	0.06
Pipe DS25	57.253	50.0	1.30	0.22	0.11	0.42
Pipe DS2626	33.188	50.0	1.30	0.14	0.07	0.26
Pipe DS2627	40.204	50.0	1.30	0.07	0.04	0.06
Pipe DS1328	34.432	50.0	1.30	0.14	0.07	0.26
Pipe DS1329	52.3	50.0	1.30	0.07	0.04	0.06
Pipe DS1130	40.638	50.0	1.30	0.07	0.04	0.06
Pipe TR00014516	833.113	50.0	1.30	1.91	0.94	24.01
Pipe DS1708219	119.431	50.0	1.30	2.16	1.06	30.13

PEMBAHASAN

Ketersediaan Air

Dengan Luas DAS 0,96 km² dan luas pengaruh dari stasiun klimatologi Maen yang diperoleh dengan metode poligon Thiessen dan dari data pengamatan yang diperoleh dari stasiun klimatologi Maen selama 7 tahun, maka diperoleh debit andalan 90% sebesar 4,491 liter/detik.

Kebutuhan Air

Berdasarkan data jumlah penduduk Desa Munte dari tahun 2005 sampai 2014, maka diproyeksikan data jumlah penduduk selama 10 tahun dari tahun 2015 sampai 2024. Dalam analisis regresi, digunakan analisis regresi polinomial karena memiliki nilai determinasi (R^2) sebesar 0,9415. Dari hasil analisis tersebut, untuk tahun 2024 jumlah penduduk Desa Munte adalah 2939 jiwa. Kebutuhan air yang dianalisis menggunakan kriteria/standar perencanaan air bersih pedesaan yang dapat dilihat pada Tabel 14. Untuk kebutuhan air domestik pada tahun 2024 sebesar 88170 liter/hari. Sedangkan untuk kebutuhan air non domestik pada tahun 2024 adalah 4408,5 liter/hari.

Analisis kehilangan air Desa Munte untuk tahun 2024 adalah sebanyak 13886,775 liter/hari. Kebutuhan air total Desa Munte tahun 2024 adalah 106465 liter/hari. Sedangkan untuk kebutuhan air jam puncak yang terjadi pada tahun 2024 sebesar 2,1564 liter/detik. Berdasarkan analisis ketersediaan sebesar 4,4895 liter/detik pada tahun 2024 dan proyeksi kebutuhan air penduduk Desa Munte tahun 2024 sebanyak 2,1564 liter/detik, maka ketersediaan air dapat mencukupi kebutuhan yang direncanakan.

Sistem Penyediaan Air Bersih

Sumber air yang direncanakan untuk memenuhi kebutuhan penduduk Desa Munte adalah sungai. Berdasarkan hal tersebut maka direncanakan pengambilan langsung (*free intake*) karena melihat kondisi debit air yang memungkinkan dan lokasi sungai yang berada di ketinggian, dan sistem penyalurannya memakai sistem gravitasi. Karena bersumber dari sungai, maka air yang diambil harus diproses sehingga dapat dikonsumsi. Sistem pengolahan air sederhana saringan pasir lambat direncanakan agar mempermudah pemeliharaan dan pengambilan air. Air kemudian disalurkan ke reservoir hingga sampai ke desa dengan pelayanan memakai kran umum.

Dimensi reservoir distribusi yang direncanakan harus memenuhi kebutuhan dan suplai air ke masyarakat Desa Munte dengan dimensi 4m x 4m x 3,35m. Dengan ukuran pipa transmisi dan distribusi 2" dengan jenis pipa HDPE. Total kran umum yang direncanakan berdasarkan standar/kriteria penyediaan air pedesaan yaitu 100 jiwa/kran umum, maka untuk memenuhi kebutuhan 2939 jiwa penduduk Desa

Munte direncanakan kran umum sebanyak 30 buah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis ketersediaan, kebutuhan dan jaringan sistem penyediaan air bersih untuk Desa Munte:

1. Ketersediaan air yang bersumber dari sungai terdekat berdasarkan analisis debit andalan 90% bulanan adalah sebesar 4,491 liter/detik.
2. Kebutuhan air bersih penduduk Desa Munte sesuai tahun rencana yaitu hingga tahun 2024 dengan jumlah 2939 jiwa, diperoleh dari hasil analisa regresi polinomial didapat sebesar 2,1564 liter/detik.

3. Untuk penyaluran air dari sungai ke Desa Munte, direncanakan dengan tipe pengambilan langsung (*free intake*) dengan saluran pengambilan menuju ke IPA, dari IPA dengan menggunakan pipa HDPE diameter 2", air dialirkan ke reservoir distribusi berukuran 4m x 4m x 3,35m dan dari reservoir air dialirkan melalui pipa distribusi induk HDPE diameter 2" menuju desa dimana untuk pelayanan bagi masyarakat dipasang 30 kran umum.

Saran

Apabila sistem jaringan air bersih telah dioperasikan, maka sebaiknya pengelolaannya di serahkan kepada pihak yang terkait pada pekerjaan ini dan perlu adanya keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan sarana ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1990. Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU, Jakarta
- Anonimous, 2010. *Buku Manual Program Epanet*, <http://darmadi18.files.wordpress.com/2010/11/buku-manual-program-epanetversibahasaindonesia.pdf>, diakses pada tanggal 7 Juni 2015
- Irianto, Agus, 2004. *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangan*, Jakarta: Penerbit Prenada Media, hal 158;182;186;187
- Linsk, Ray., *Teknik Sumber Daya Air*, Erlangga, Jakarta, hal 6-10
- Mahbub, M., *Penuntun Praktikum Agrohidrologi*, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, hal 2-4;7-11
- Sengkey, Christin., 2012. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Desa Picuan Kabupaten Minahasa Selatan Dengan Memanfaatkan Sumber Air Tanah Bebas*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado, hal 16-22
- Soemarto, C. D., 2009, *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Malang, hal 2-3
- Suharto, John P., 2007. *Sistem Pengolahan Air Bersih pada PDAM Kota Bitung*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado, hal 9-13
- Sumarauw, J. S. F., 2014. *Model Rainfall-Runoff Nreca*, Bahan Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado, hal 3-9
- Tanudjaja, Lambertus., 2011. *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal 57-61;66-68;71-74
- Triatmadja, Radianta., 2007, *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta, hal 2-17;2-18;2-19;3-37;3-38;3-39;3-62
- Triatmodjo, Bambang ., 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta, hal 2-5
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta, hal 51-58